

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 681.5
Anmeldetag: 03. August 2002
Anmelder/Inhaber: Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut/DE
Bezeichnung: Optische Positionsmesseinrichtung
IPC: G 01 B 11/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 08. Mai 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely of the President of the German Patent and Trade Mark Office.

Wehner

Optische Positionsmesseinrichtung

=====

Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Positionsmesseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus Figur 4a der EP 0 548 848 B1 ist eine gattungsgemäße optische Positionsmesseinrichtung bekannt, die aus einem Maßstab sowie einer relativ zum Maßstab beweglichen Abtasteinheit besteht. Auf Seiten der Abtasteinheit sind Signalerzeugungsmittel zum Erzeugen verschiebungsabhängiger Abtastsignale angeordnet. Die Signalerzeugungsmittel umfassen u.a. eine Lichtquelle, ein Abtastgitter, mehrere optoelektronische Detektorelemente sowie ein Umlenkelement in Form eines Spiegels zum definierten Beeinflussen der Ausbreitungsrichtung eines Lichtbündels. Die Lichtquelle, die Detektorelemente sowie der Spiegel sind gemeinsam in einem Trägergehäuse angeordnet, das beweglich gelagert und mittels Justiermitteln in Form von Stellschrauben räumlich justierbar ist. Über die Stellschrauben kann das vom Spiegel in Richtung Abtastgitter umgelenkte Lichtbündel im Abtaststrahlengang somit bezüglich des Abtastgitters bzw. des Maßstabes korrekt

ausgerichtet werden. Als nachteilig an der vorgeschlagenen Justierung des Lichtbündels auf Seiten der Abtasteinheit ist jedoch anzuführen, dass eine relativ aufwendige Mechanik hierzu erforderlich ist. Hinzu kommt, dass sich die vorgeschlagene Variante zur Justage des Umlenkelementes nicht auf beliebige andere Abtastanordnungen übertragen lässt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine optische Positionsmesseinrichtung anzugeben, die eine flexible und einfache Möglichkeit zur präzisen räumlichen Ausrichtung bzw. Umlenkung eines Lichtbündels im Abtaststrahlengang besitzt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine optische Positionsmesseinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen optischen Positionsmesseinrichtung ergeben sich aus den Maßnahmen, die in den von Anspruch 1 abhängigen Patentansprüchen aufgeführt sind.

Erfindungsgemäß werden nunmehr die Justiermittel so ausgebildet, dass darüber eine alleinige räumliche Ausrichtung des mindestens einen Umlenkelementes unabhängig von anderen Signalerzeugungsmitteln möglich ist. Es ist derart eine besonders einfache Ausbildung der Justiermittel möglich, die wiederum eine flexible Umlenkung von Strahlenbündeln in der Abtasteinheit einer Positionsmesseinrichtung ermöglichen, anpassbar an die räumlichen Gegebenheiten in der jeweiligen Abtasteinheit.

Mithilfe eines geeigneten Justierwerkzeuges lässt sich das Umlenkelement präzise justieren, so dass das auftreffende Lichtbündel in die gewünschte Raumrichtung umgelenkt wird. Hierbei können in der Abtasteinheit selbstverständlich mehrere erfindungsgemäß ausgebildete Umlenkelemente bzw. Justiermittel vorgesehen sein, etwa für die von der Lichtquelle emittierten Lichtbündel wie auch für die in Richtung der Detektorelemente propagierenden Lichtbündel. Die jeweiligen Lichtbündel lassen sich unabhängig voneinander in Bezug auf weitere optische Elemente in der Abtasteinheit bzw. in

Bezug auf den Maßstab justieren, je nach den entsprechenden Anforderungen hinsichtlich der Ausrichtung.

5 Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

Dabei zeigt

- | | | |
|----|-----------------|--|
| 10 | Figur 1 | eine schematisierte Darstellung des Teil-Abtaststrahlenganges eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen optischen Positionsmesseinrichtung; |
| 15 | Figur 2 | eine Teilansicht der Abtasteinheit aus Figur 1; |
| | Figur 3a und 3b | jeweils Teilansichten einer Ausführungsform eines Umlenkelementes in Verbindung mit Justiermitteln; |
| 20 | Figur 4 | eine räumliche Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Umlenkelementes in Verbindung mit Justiermitteln. |
- 25 In Figur 1 ist in einer räumlichen Darstellung ein Teil eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen optischen Positionsmesseinrichtung veranschaulicht. Die optische Positionsmesseinrichtung umfasst im wesentlichen einen linearen Maßstab 20 mit einer - nicht dargestellten - Messteilung sowie eine relativ zum Maßstab in Messrichtung x verschiebbare Abtasteinheit 10.
- 30 Mithilfe der Abtasteinheit 10 und der vorgesehenen Signalerzeugungsmittel wird im Fall der Relativverschiebung der Abtasteinheit 10 in Messrichtung x die Messteilung des Maßstabes 20 abgetastet und positionsabhängige Abtastsignale erzeugt. Die derart generierten Abtastsignale werden in einer nachgeordneten - nicht dargestellten - Folgeelektronik weiterverarbeitet.

Zusammenfassung

Optische Positionsmesseinrichtung

=====

- 5 Es wird eine optische Positionsmesseinrichtung angegeben, die zur Bestimmung der Relativposition zweier Objekte dient. Die Positionsmesseinrichtung umfasst einen Maßstab und eine relativ zum Maßstab bewegliche Abtasteinheit. Seitens der Abtasteinheit sind Signalerzeugungsmittel zur Erzeugung positionsabhängiger Abtastsignale vorgesehen, unter denen mindestens ein Umlenkelement zum definierten Beeinflussen der Ausbreitungsrichtung eines Lichtbündels ist. Auf Seiten der Abtasteinheit sind Justiermittel zum räumlichen Justieren des Umlenkelementes angeordnet, wobei die Justiermittel derart ausgebildet sind, dass darüber lediglich eine räumliche Ausrichtung des mindestens einen Umlenkelementes möglich ist (Figur 3a).
- 10

Über die erfindungsgemäße optische Positionsmesseinrichtung ist somit die präzise Erfassung der Relativposition zweier in Messrichtung x zueinander beweglicher Objekte möglich, von denen eines mit der Abtasteinheit 10 verbunden ist, das andere mit dem Maßstab 20. Selbstverständlich können die
5 nachfolgend erläuterten Maßnahmen auch in Positionsmesseinrichtungen eingesetzt werden, die rotatorische Relativbewegungen erfassen.

Im Gehäuse 11 der Abtasteinheit 10 ist im dargestellten Beispiel lediglich ein Teil der verschiedenen Signalerzeugungsmittel angeordnet, die zur Erzeugung der positionsabhängigen Abtastsignale genutzt werden. Neben den
10 nachfolgend noch detailliert zu erläuternden vier Umlenkelementen inklusive Justiermitteln, die zur gezielten Beeinflussung der Strahlausbreitungsrichtung der verschiedenen propagierenden Strahlenbündel 12a, 12b, 12c in der Abtasteinheit 10 dienen, sind ferner noch mehrere - nicht dargestellte - Abtastgitter und weitere optische Elemente zur Strahlführung etc. auf Seiten
15 der Abtasteinheit 10 vorgesehen; hierzu gehört im vorliegenden Beispiel u.a. auch ein retroreflektierendes Umlenkprisma. Außerhalb des Gehäuses 11 der Abtasteinheit 10 ist eine geeignete Lichtquelle angeordnet, deren Strahlung über eine lichtleitende Faser 15 der Abtasteinheit 10 zugeführt wird. Weiterhin räumlich getrennt von der Abtasteinheit 10 sind mehrere -
20 ebenfalls nicht dargestellte - optoelektronische Detektorelemente platziert, die zur Erfassung der verschiebungsabhängigen Abtastsignale dienen; über mehrere lichtleitende Fasern in einem Kabelstrang 16 werden die zu detektierenden Strahlenbündel diesen Detektorelementen zugeführt.

25 Auf den in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Abtaststrahlengang sei an dieser Stelle nicht näher eingegangen, sondern lediglich auf die internationale Patentanmeldung WO 02/23131 der Anmelderin verwiesen. Grundsätzlich können die nachfolgend noch detailliert erläuterten Maßnahmen
30 selbstverständlich in Verbindung mit verschiedensten optischen Abtastprinzipien bzw. Abtaststrahlengängen in entsprechenden Abtasteinheiten eingesetzt werden.

Um den gewünschten Abtaststrahlengang in einer kompakt bauenden Abtasteinheit 10 zu realisieren, sind im Gehäuse 11 der Abtasteinheit 10 diverse Umlenkungen der dort propagierenden Strahlenbündel 12a, 12b, 12c erforderlich, im konkreten Beispiel zwei 90°-Umlenkungen des eintretenden Strahlenbündels und zwei 90°-Umlenkungen des austretenden Strahlenbündels. In diesem Zusammenhang sei ergänzend auf die räumliche Darstellung in Figur 2 verweisen, die einen Ausschnitt der Abtasteinheit 10 aus Figur 1 in einer vergrößerten Ansicht zeigt. Wie erkennbar, erfährt das in die Abtasteinheit 10 eintretende, von der Lichtquelle kommende Strahlenbündel 12a an einem ersten als Spiegel 14.1 ausgebildeten Umlenkelement eine erste horizontale Umlenkung um 90° relativ zur Einfallsrichtung; an einem zweiten Umlenkelement respektive Spiegel 14.2 erfolgt die erste Umlenkung in vertikaler Richtung um 90° in Richtung des bereits oben erwähnten, nunmehr erkennbaren Umlenkprismas 17 bzw. Maßstabes 20. Über einen dritten Spiegel 14.3 wird das aus Richtung des Maßstabes 20 kommende Strahlenbündel wiederum um 90° vertikal umgelenkt, trifft anschließend auf den vierten Spiegel 14.4 und wird von diesem in seiner Ausbreitungsrichtung erneut um 90° horizontal umgelenkt und wird als Strahlenbündel 12b wie oben erläutert über verschiedene lichtleitende Fasern im Kabelstrang 16 den Detektorelementen zugeführt.

Im vorliegenden Beispiel resultieren über die als Spiegel 14.1 - 14.4 ausgebildeten Umlenkelemente somit insgesamt vier Umlenkvorgänge um jeweils 90° in Bezug auf die jeweilige Einfallsrichtung des auf die Spiegel 14.1 - 14.4 auftreffenden Strahlenbündels. Je nach vorgesehenem Abtaststrahlengang kann in alternativ ausgebildeten Abtasteinheiten hierbei selbstverständlich sowohl die Zahl der Umlenkvorgänge wie auch die jeweilige Umlenkrichtung variieren.

Um die verschiedenen, in der Abtasteinheit propagierenden Strahlenbündel 12a, 12c in Bezug auf die anderen zur Signalerzeugung erforderlichen optischen Komponenten - wie z.B. in Richtung des Umlenkprismas 17 - auszurichten, sind erfindungsgemäß ausgebildete Justiermittel für die Spiegel 14.1 - 14.4 bzw. Umlenkelemente in der Abtasteinheit 10 vorgesehen. Hierbei

fungieren in diesem Ausführungsbeispiel jeweils zylinderförmig ausgebildete Trägerelemente 13.1 - 13.4 als Justiermittel. Zur näheren Erläuterung der Justiermittel sei in diesem Zusammenhang auch auf die Figuren 3a und 3b verwiesen, die jeweils eine Seitenansicht des ersten Trägerelementes 13.1 in Verbindung mit dem ersten Spiegel 14.1 zeigen; die weiteren drei Systeme aus Trägerelement 13.2, 13.3, 13.4 und Spiegel 14.2, 14.3, 14.4, die in den Figuren 1 und 2 in der Abtasteinheit 10 angeordnet sind, sind grundsätzlich identisch hierzu ausgebildet.

10 Das in Figur 3a und 3b dargestellte Trägerelement 13.1 ist im wesentlichen zylinderförmig ausgebildet und weist an einem Längsende eine Abschrägung auf. Auf der Abschrägung ist passgenau der Spiegel 14.1 angeordnet, vorzugsweise aufgeklebt. Hierbei ist in dieser Variante der Spiegel 14.1 mit seiner reflektierenden Seite vom Trägerelement 13.1 abweisend auf der Abschrägung angeordnet ist. Um die im vorliegenden Beispiel erforderliche 90°-Umlenkung des einfallenden Strahlenbündels 12a sicherzustellen ist die Abschrägung am Längsende des Trägerelementes 13.1 unter einem Winkel von 45° zu einer Senkrechten auf den Zylindermantel angeordnet; im Fall von evtl. erforderlichen anderen Umlenkswinkeln wäre entsprechend auch der Abschrägungswinkel zu modifizieren.

Wie ebenfalls aus den Figuren 3a und 3b erkennbar, ist an der unteren Begrenzungsseite der Abschrägung eine Anschlagfläche 18.1 in Form einer Anschlagkante vorgesehen, an der der Spiegel 14.1 bündig anliegt. Die Anschlagfläche 18.1 dient zur erleichterten Ausrichtung des Spiegels 14.1 auf der Abschrägung des Trägerelementes 13.1.

Das Trägerelement 13.1 weist im Bereich unterhalb der Abschrägung mehrere Aussparungen 19.1a, 19.1b auf, in die ein geeignetes Justierwerkzeug eingreifen kann. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei den Aussparungen um jeweils eine durchgehende kreisförmige Bohrung, die im 90° Winkel zueinander orientiert sind. Es liegen somit über den Zylinderumfang vier derartige Aussparungen vor. Als Material für die Trägerelemente 13.1 - 13.4 kann beispielsweise nichtrostender Stahl verwendet werden.

Ferner weist das zylinderförmige Trägerelement 13.1 eine weitere, um den Zylinderumfang verlaufende Anschlagkante 21 auf, die im Fall der Verschiebung des Trägerelementes 13.1 in Richtung der Trägerelement-Längsachse L eine Beschädigung des Spiegels 14.1 verhindert.

5

Im Hinblick auf die eingesetzten Spiegel 14.1 - 14.4 ist zu erwähnen, dass vorzugsweise Spiegel 14.1 - 14.4 verwendet werden, die hinsichtlich der umgelenkten Strahlenbündel nur eine geringe Phasenverschiebung in den umgelenkten Strahlenbündeln verursachen. Ferner ist im erläuterten Beispiel aufgrund der Gegebenheiten des verwendeten Abtastprinzips sicherzustellen, dass auch nach der erfolgten zweimaligen Umlenkung die umgelenkten Strahlenbündel ihren Polarisationszustand beibehalten, d.h. im vorliegenden Fall auch nach den Umlenkungen jeweils linear polarisiertes Licht vorliegt. Im Hinblick auf die verwendeten Spiegel bedeutet dies, dass die Spiegel sowohl bei der Reflexion von p-polarisiertem Licht wie auch bei der Reflexion von s-polarisiertem Licht möglichst gleiche Reflektivitäten aufweisen und möglichst gleiche Phasenverzögerungen verursachen sollten. Daraus wiederum resultieren in beiden Fällen annähernd gleiche Eindringtiefen in die jeweiligen Spiegeloberflächen. Vorzugsweise werden daher im vorliegenden Beispiel dielektrische Spiegel verwendet, die weder bei der Reflexion von p-polarisiertem Licht noch bei der Reflexion von s-polarisiertem Licht eine bedeutende Transmission bzw. Absorption zeigen. Alternativ können aber auch andere Spiegel eingesetzt werden, die den jeweiligen Polarisationszustand beibehalten, wie etwa metallische Spiegel etc.; dies ist letztlich aufgrund der im Beispiel vorgesehenen zweifachen 90°-Umlenkung möglich.

10
15
20
25

Wie in Figur 1 durch die dem Spiegel 14.3 bzw. dem Trägerelement 13.3 zugeordneten Pfeile veranschaulicht werden soll, sind alle Trägerelemente 13.1 - 13.4 im Gehäuse 11 der Abtasteinheit 10 sowohl um wie auch entlang der jeweiligen Trägerelement-Längsachse L beweglich gelagert. Dies bedeutet, dass zu Justagezwecken zum einen eine Verschiebung des jeweiligen Trägerelementes 13.1 - 13.4 entlang der Trägerelement-Längsachse L wie auch eine Rotation um die Trägerelement-Längsachse L möglich ist. Die

30

präzise Endjustage erfolgt letztlich mit Hilfe eines geeigneten Justierwerkzeuges, beispielsweise eines Dorns oder eines dünnen Stiftes, das zu diesem Zweck in die oben erwähnten Aussparungen des jeweiligen Trägerelementes 13.1 - 13.4 eingreift. Über die erläuterten erfindungsgemäßen Maßnahmen ist somit eine alleinige räumliche Justage lediglich der Spiegel 14.1 - 14.4 möglich, d.h. ohne das weitere Signalerzeugungsmittel auf Seiten der Abtasteinheit 10 ebenfalls in ihrer räumlichen Lage depositionsiert werden.

Die erwähnten Pfeile, die die bewegliche Lagerung um bzw. entlang der Trägerelement-Längsachse L veranschaulichen, sind in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur in Verbindung mit dem Trägerelement 13.3 dargestellt, selbstverständlich weisen im vorliegenden Beispiel alle Trägerelemente 13.1 - 13.4 eine derartige bewegliche Lagerung im Gehäuse 11 der Abtasteinheit 10 auf.

Wie aus Figur 2 ersichtlich, liegen die beiden Trägerelemente 13.1, 13.4 in halbkreisförmigen Ausnehmungen des Gehäuses 11 der Abtasteinheit 10 auf und können darin sowohl um als auch entlang der jeweiligen Trägerelement-Längsachse L bewegt werden. Nach der erfolgten Justierung werden die Trägerelemente 13.1, 13.4 in der gewünschten räumlichen Position über geeignete Arretierungsmittel arretiert. Dies erfolgt im vorliegenden Beispiel durch eine Umfangsklemmung mittels eines Gegenstückes 19.1, 19.4, das oberhalb des Trägerelementes 13.3, 13.4 am Gehäuse 10 angeordnet und durch eine geschlitzte Lagerstelle im Gehäuse ausgebildet wird und mithilfe einer Schraube 20.2 fixierbar ist.

Auch die beiden anderen Trägerelemente, 13.2, 13.3 sind über geeignete Arretierungsmittel, die in Figur 2 nicht dargestellt sind, in der gewünschten Position fixierbar. Als Arretierungsmittel kommen hierbei verschiedenste Klemm-Mechanismen etc. in Betracht.

Eine alternative Ausgestaltung des Trägerelementes, auf dem das Umlenkelement, respektive der Spiegel, angeordnet ist, sei anhand der Figur 4 erläutert, wobei lediglich auf die Unterschiede zur oben erläuterten Variante

eingegangen sei. In dieser Ausführungsform ist nunmehr ein Trägerelement 33 vorgesehen, das zwar wiederum zylinderförmig ausgebildet ist, jedoch im Inneren hohl bzw. als zylinderförmiger Hohlkörper ausgebildet ist. Der Strahlengang des umzulenkenden Strahlenbündels 32 verläuft demzufolge im Inneren des zylinderförmigen Hohlkörpers. Entsprechend zu dieser Variante muss der zur Strahlumlenkung erforderliche Spiegel 34 mit seiner reflektierenden Seite in Richtung des Zylinder-Hohlraumes orientiert sein. In Bezug auf die weitere Ausgestaltung des Trägerelementes 33 sei auf die obigen Ausführungen verwiesen.

10

In einer weiteren - nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann das jeweilige Umlenkelement in das beweglich gelagerte Trägerelement integriert werden, so dass eine Fläche des Trägerelementes als Umlenkelement fungiert und das beweglich gelagerte Trägerelement als Justiermittel dient. Hierzu kann analog zum obigen Beispiel das Trägerelement zylinderförmig ausgebildet sein und an mindestens einem Längsende eine Abschrägung aufweisen, die dann unmittelbar als Umlenkelement fungiert. Beispielsweise könnte in diesem Fall das Trägerelement aus Glas bestehen und die Abschrägung geeignet poliert oder vergütet sein, um eine hinreichende Reflektivität zu gewährleisten. Alternativ wiederum könnte auch wieder ein geeignetes Metall verwendet werden, das hinreichende Reflexionseigenschaften besitzt etc..

15
20

Neben den erläuterten Varianten existieren im Rahmen der vorliegenden Erfindung selbstverständlich noch weitere alternative Ausgestaltungsmöglichkeiten.

25

Ansprüche

=====

1. Optische Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung der Relativposition zweier Objekte, bestehend einem Maßstab und einer relativ zum Maßstab beweglichen Abtasteinheit, wobei die Abtasteinheit Signalerzeugungsmittel zur Erzeugung positionsabhängiger Abtastsignale umfasst, unter denen mindestens ein Umlenkelement zum definierten Beeinflussen der Ausbreitungsrichtung eines Lichtbündels ist, wobei auf Seiten der Abtasteinheit Justiermittel zum räumlichen Justieren des Umlenkelementes angeordnet sind,
5
10
dadurch gekennzeichnet, dass
die Justiermittel derart ausgebildet sind, dass darüber eine räumliche Ausrichtung des mindestens einen Umlenkelementes unabhängig von anderen Signalerzeugungsmitteln möglich ist.
15
2. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkelement als Spiegel (14.1 - 14.4; 34) ausgebildet und auf einem beweglich gelagerten Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) angeordnet ist, wobei das beweglich gelagerte Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) als Justiermittel dient.
20
3. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) zylinderförmig ausgebildet ist

und an mindestens einem Längsende eine Abschrägung aufweist, auf der der Spiegel (14.1 - 14.4; 34) angeordnet ist.

4. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Abschrägung an einer Begrenzungsseite eine Anschlagfläche (18.1) für den Spiegel (14.1) aufweist.
5. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
10 dass das Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) um die Trägerelement-Längsachse (L) beweglich in der Abtasteinheit (10) gelagert ist.
6. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
15 dass das Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) entlang der Trägerelement-Längsachse (L) beweglich in der Abtasteinheit (10) gelagert ist.
7. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
20 dass das Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) ein oder mehrere Aussparungen (19.1a, 19.1b) zum Eingriff eines Justierwerkzeuges umfasst.
8. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
25 dass der Spiegel (14.1 - 14.4; 34) auf der Abschrägung aufgeklebt ist.
8. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
30 dass der Spiegel (14.1 - 14.4) mit seiner reflektierenden Seite vom Trägerelement (13.1 - 13.4) abweisend auf der Abschrägung angeordnet ist.
9. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
35 dass das Trägerelement (33) hohl ist und der Spiegel (34) mit seiner reflektierenden Seite in Richtung des Zylinder-Hohlraumes auf der Abschrägung orientiert ist.
10. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem Trägerelement (13.1 - 13.4; 33) Arretie-

rungsmittel zugeordnet sind, die eine Fixierung des beweglich gelagerten Trägerelementes (13.1 - 13.4; 33) in einer bestimmten Position ermöglichen.

- 5 11. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Umlenkelement in ein beweglich gelagertes Trägerelement integriert ist, so dass eine Fläche des Trägerelementes als Umlenkelement fungiert und wobei das beweglich gelagerte Trägerelement als Justiermittel dient.

10

12. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerelement zylinderförmig ausgebildet ist und an mindestens einem Längsende eine Abschrägung aufweist, die als Umlenkelement fungiert.

15

FIG. 1

1/4

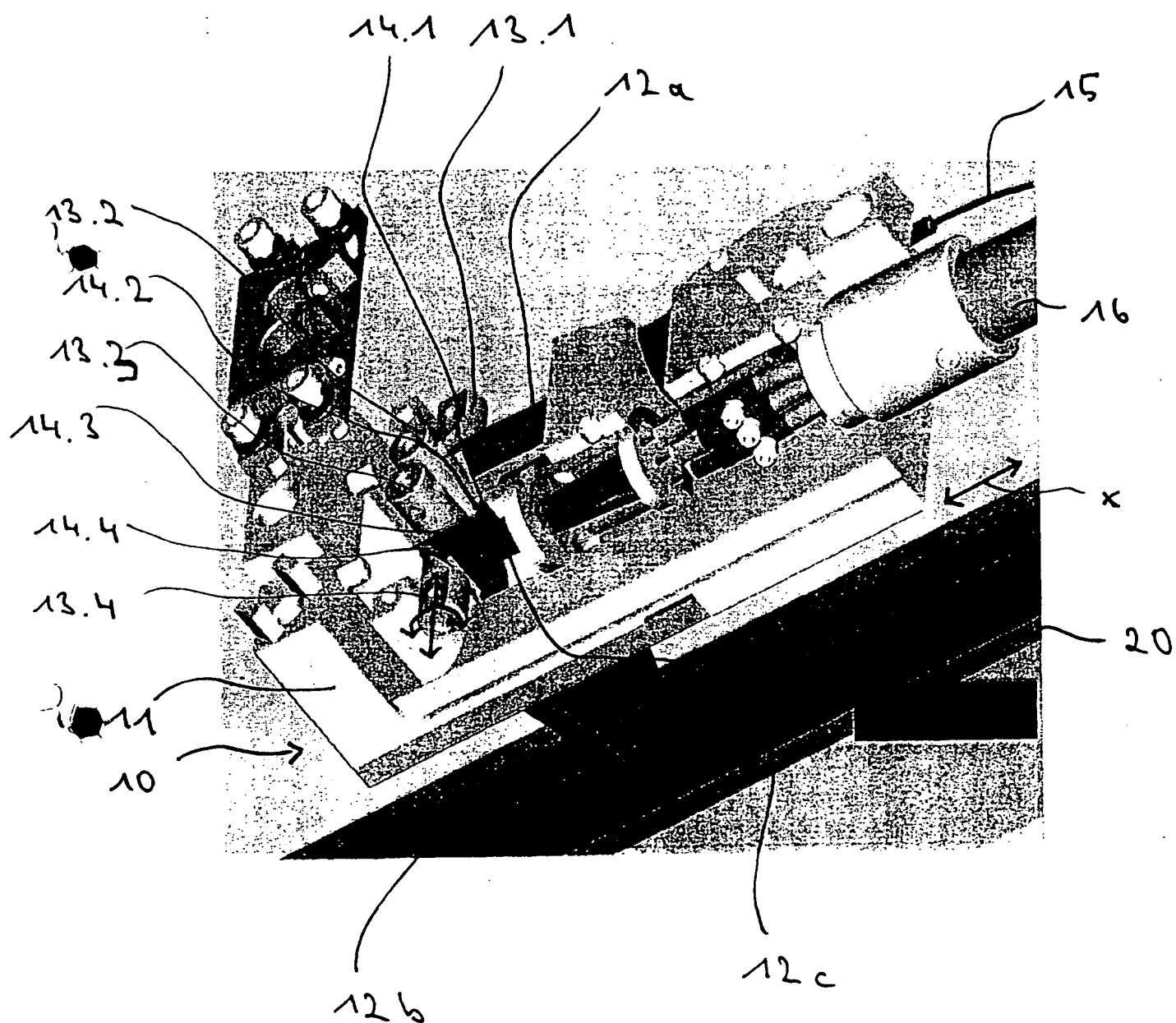


FIG. 2

2/4

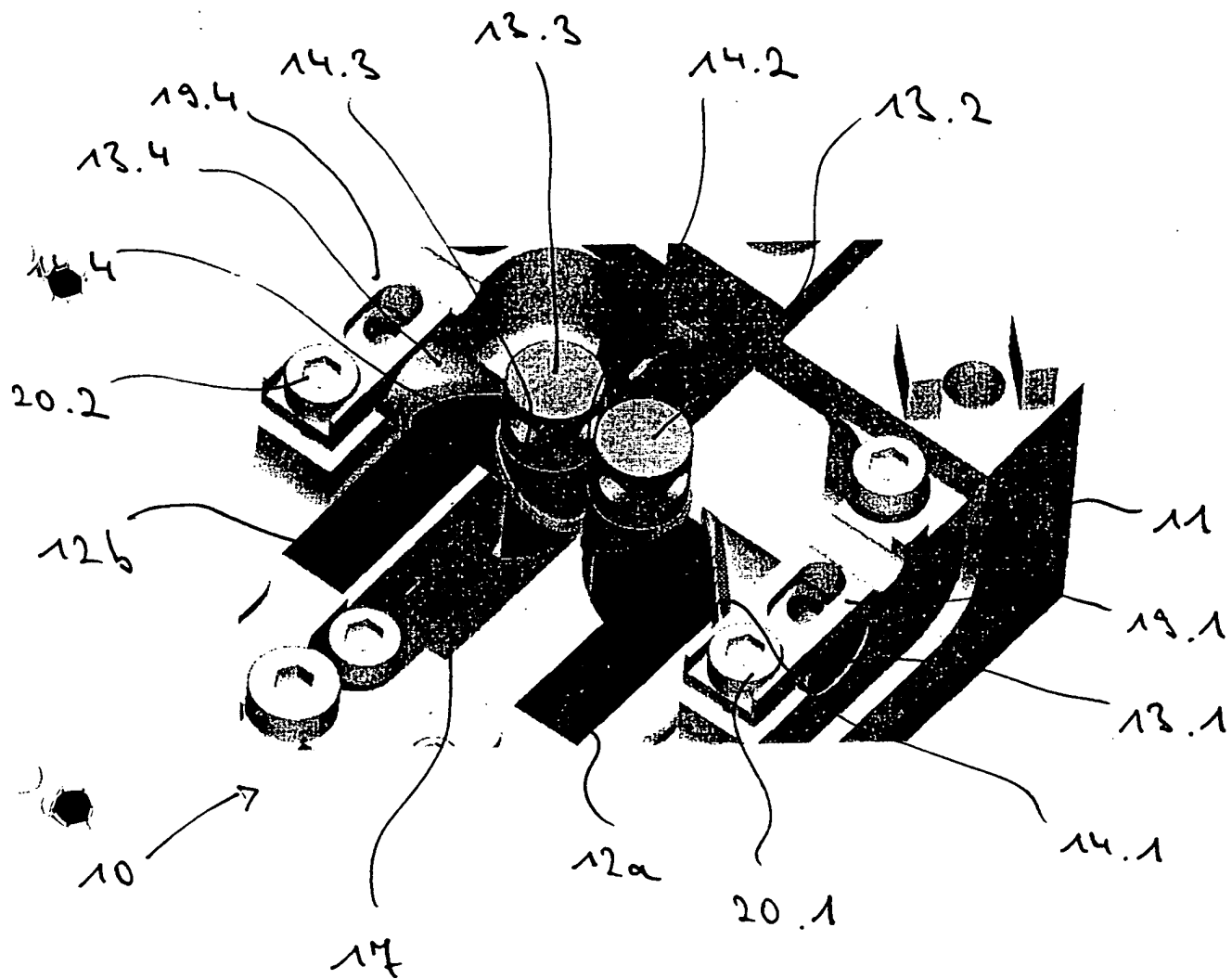


FIG. 3a

FIG. 3b

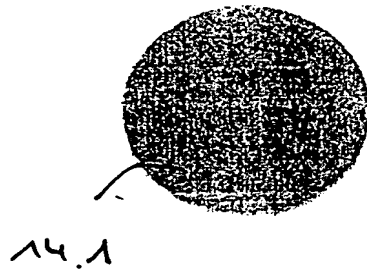
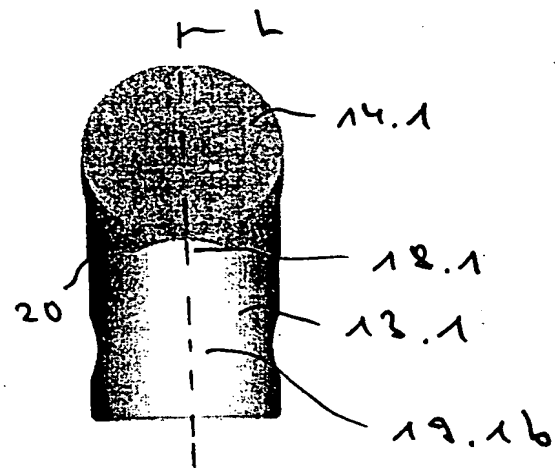
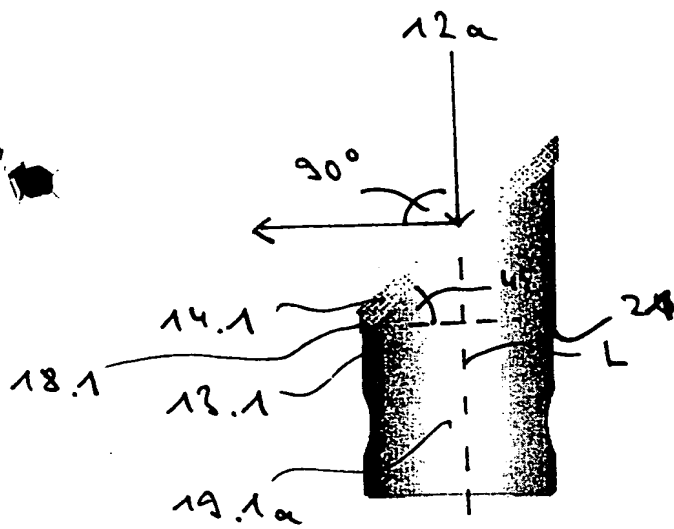


FIG. 4

4/4

